

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra energetiky

Zlepšení tepelných vlastností rodinného domu

Thermal Quality Improvement of Family House

Student:

Tomáš Michna

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Radim Janalík, CSc

Ostrava 2014

Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Michna**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 3904R016 Technika tvorby a ochrany životního prostředí
Téma: **Zlepšení tepelných vlastností rodinného domu**
Thermal Quality Improvement of Family House

Zásady pro vypracování:

- Popis řešeného RD a výpočet stávajících tepelných ztrát
- Zpracování rešerše používaných tepelných izolací u RD a tepelných vlastností oken
- Návrh variant možností snížení tepelné ztráty RD
- Výpočet tepelných ztrát pro navržené varianty
- Porovnání tepelných ztrát u původního RD a RD s navrženými variantami tepelných úspor
- Technicko-ekonomické porovnání navržených možných tepelných úspor

Seznam doporučené odborné literatury:

NOVÁK, J.: Úspory energie v rodinných domech a bytech. Grada Publishing, Praha 1999
ŘEHÁK, J., JANOUŠ, A.: Tepelné ztráty budov a možnosti jejich zmenšování. Praha 1985
DUFKA, J.: Vytápění domů a bytů, 2.vydání. Grada Publishing, s.r.o., Praha 2004
MRÁZEK, K.: Moderní vytápění bytů a domů. Praha, SNTL, 1986
HUMM, O.: Nízkoenergetické domy. Grada, Praha, 1999
Normy a literatury pro výpočet tepelných ztrát tepelnou ochranu budov
Internetové stránky oken a izolačních materiálů


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Radim Janalík, CSc.**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014




prof. Ing. Dagmar Juchelková, Ph.D.
vedoucí katedry

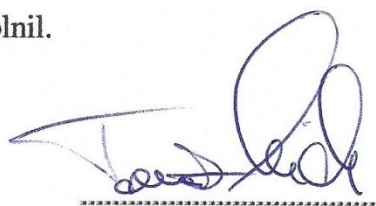

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

Přílohu A,B dané mi k dispozici, jsem samostatně doplnil.

V Ostravě 19. 05. 2014

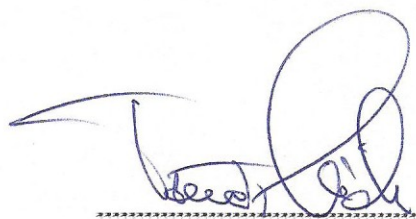
A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and a long horizontal stroke at the bottom.

Tomáš Michna

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užití své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 19. 05. 2014



Tomáš Michna

Jméno a příjmení autora práce: Tomáš Michna

Adresa trvalého pobytu autora práce: Služovice 82, 747 35 Služovice

Anotace

K největším tepelným ztrátám domů dochází únikem tepla přes obvodové zdivo, okna a stropy. Cílem bakalářské práce je porovnat tepelné ztráty u zatepleného a nezatepleného rodinného domu a zjištění návratnosti investice.

Klíčová slova

- návratnost investice
- obvodové zdivo
- tepelná ztráta
- úspora
- životní prostředí

Summary

The greatest heat loss in building occurs escape of heat through external walls, windows and ceilings. The goal of this thesis is to compare the heat loss in a insulated and a uninsulated house and determine the return on investment.

Keywords

- return on investment
- perimeter walls
- heat loss
- saving
- environment

Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Popis a dokumentace rodinného domu	2
2.1.	Rodinný dům	2
3.	Podklady pro výpočet	3
3.1.	Tepelné ztráty a jejich výpočet	3
3.2.	Celková tepelná ztráta	4
3.3.	Tepelná ztráta prostupem tepla	4
3.4.	Prostup tepla vícevrstvou rovinnou stěnou.....	5
3.5.	Tepelná ztráta větráním	6
3.6.	Výpočet součinitelů prostupu tepla jednotlivými stavebními konstrukcemi	7
4.	Výpočet tepevné ztráty domku Před zateplením	12
4.1.	Celková tepelná ztráta před zateplením	21
4.2.	Výměna oken a zateplení	21
4.3.	Materiály k izolaci	22
4.4.	Okna	26
4.5.	Výběr izolačního materiálu	27
4.6.	Přepočet tepelných ztrát po zateplení.....	28
5.	Grafická ukázka úspor	37
5.1.	Roční spotřeba tepla na vytápění	37
6.	Zhodnocení úspory energie a výpočet doby návratnosti investice	39
7.	Závěr	40

Seznam použité literatury

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Seznam příloh

Seznam použitých značek a symbolů

ČSN	chráněné označení českých technických norem	
DV	dveře vnější	
OD	okno dřevěné	
OP	okno plastové	
Pdl	podlaha	
SO	stěna obvodová	
Str	strop	
Q	tepelná ztráta, tepelný zisk	[W]
c	měrná tepelná kapacita	[J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]
$i_{t,v}$	součinitel spárové průvzdušnosti	[m ² .s ⁻¹ .Pa ^{-0,67}]
k	součinitel prostupu tepla	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
k_c	součinitel prostupu tepla konstrukcemi všech konstrukcí	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
α	součinitel přestupu tepla	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
A	tepelná propustnost	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
λ	součinitel tepelné vodivosti	[W.m ⁻¹ .K ⁻¹]
ρ	hustota	[kg.m ⁻³]
p_1	přirážka na vyrovnání vlivu chladných stěn	
p_2	přirážka na urychlení zátoku	
p_3	přirážka na světovou stranu	
t_i	výpočtová vnitřní teplota	[°C]
t_e	výpočtová venkovní teplota	[°C]

1. Úvod

V dnešní době, kdy náklady na bydlení stále rostou, a životní úroveň lidí stále stoupá, je kladen větší důraz na úsporu energií i z důvodu ubývání nerostného bohatství, které nám země poskytuje. S tím souvisí také rozvoj různých ekologických projektů, například pasivní domy či solární kolektory, které se čím dál tím častěji objevují na střechách rodinných domů a mnohé další, které nám povětšinou spoří peníze v peněženkách.

V domácnostech je mnoho možností jak a kde ušetřit. Nejdůležitější je omezení úniku tepla, tzv. tepelná ztráta, která se vyznačuje únikem tepla do konstrukcí domů a vnikání studeného vzduchu do interiéru budovy. Tímto se zvyšují nároky na vytápění, což se následně projeví vysokými platbami za energie.

Jedním z nejvýznamnějších výdajů jsou náklady na vytápění. Domácnosti využívají na vytápění různé zdroje, ať už je to zemní plyn, dřevo, uhlí, biomasa či vytápění moderními tepelnými čerpadly.

Mezi způsoby jak snížit výdaje za vytápění patří například výměna starých dřevěných oken za nová plastová, dále zateplení domu, stropů polystyrenem, případně použití minerálních vat a další.

Cílem bakalářské práce je porovnat rodinný dům před a po zateplení samotného domu, stropů s výměnou oken. Hlavním cílem je výpočet tepelných ztrát budovy před a po zateplení, zjištění úspor na vytápění za jedno topné období a návratnost investovaných peněžních prostředků, které byly potřebné na zateplení domu.

Konečným výsledkem mé práce bude zhodnocení investice z hlediska délky její návratnosti.

2. Popis a dokumentace rodinného domu

2.1. Rodinný dům

Jedná se o samostatně stojící dům v obci Služovice, okrese Opava, se sedlovou střechou a střešní krytinou z pálených tašek. Nachází se v nadmořské výšce 290 m. n. m. Dům je svou orientací na severozápad, přičemž venkovní výpočtová teplota je -15°C . Budova je jednopodlažní s jedním nadzemním podlažím, podkrovím a celopodsklepená.

Rozdělení místností v podlaží:

Sklep – neobytná část

Přízemí – obývací pokoj, ložnice, kuchyně, WC a koupelna, spíž, veranda, předsíň

První patro – kuchyně, karetní místnost, herna, šatní místnosti, jeden neobytný pokoj - půda, dětský pokoj

Podkroví – není zde obytná místnost z důvodu nezateplené střechy

Obvodové stěny jsou postaveny z cihel plných v přízemí s tl. 45 cm a veranda a karetní místnost s tl. 30 cm s výjimkou půdního pokoje kde je část stěny tl. 15 cm. Vnitřní úprava stěn se skládá z vápenné omítky částečně s keramickými obklady v koupelně a kuchyni, stropy jsou betonové s rovnými podhledy a také s povrchovou úpravou vápenné omítky. Podlahy jsou v obytných místnostech betonové, ve sklepe taktéž, okna dřevěná dvojitá, dveře dřevěné prosklené, schodiště betonová. Venkovní dveře jsou dřevěné prosklené v dřevěném rámu.

Střecha sedlová částečně pokrytá deskami pro uchycení a zajištění střešní krytiny, která je vyrobena z pálených tašek. Podkroví není zatím určeno k obývání.

Dům je vytápěn zemním plynem pomocí ústředního topení v jednotlivých místnostech.

3. Podklady pro výpočet

Pro výpočet tepelných ztrát jsou potřeba tyto podklady:

- a) situační plán, ze kterého je zřejmá poloha budovy vzhledem ke světovým stranám, výška a vzdálenost okolních budov, nadmořská výška místa stavby a převládající směr, dále pak intenzita větru;
- b) půdorysy jednotlivých podlaží budovy se všemi hlavními rozměry, včetně rozměrů oken a dveří;
- c) řezy budovou s udáním hlavních konstrukčních výšek podlaží;
- d) tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí;
- e) součinitel spárové průvzdušnosti oken i_{LV} a součinitel prostupu tepla oken a dveří k , viz ČSN 73 0540-1, popřípadě údaje o materiálu a konstrukci oken a dveří potřebné k výpočtu tepelné ztráty prostupem a infiltrací;
- f) údaje o druhu místnosti;
- g) údaje o teplotách. Pro volbu výpočtové venkovní teploty t_e je možno použít tabulku A.1 z normy ČSN 06 0210. Výpočet vnitřní teploty t_i se volí podle tabulky A.3 rovněž z normy ČSN 06 0210, v souladu s hygienickými předpisy.

Pro snadnější výpočet tepelných ztrát místností je možné použít formulář přiložený k normě ČSN 06 0210.

Číslování místností vychází z normy ČSN 06 0210. Místnosti se počítají zvlášť, stěny bereme jednu po druhé a končíme zpravidla stropem nebo podlahou. [1]

3.1. Tepelné ztráty a jejich výpočet

Stanovení tepelných ztrát jednotlivých místností popisuje norma ČSN 06 0210.

Tepelná ztráta není jednoduchým součtem tepelných ztrát každé místnosti budovy, ale musíme připočíst infiltrace, dobu provozu místností a tepelné zisky. [1]

3.2. Celková tepelná ztráta

Celková tepelná ztráta Q_c ve W, se rovná sečtení tepelné ztráty prostupem tepla konstrukcemi a tepelné ztráty větráním, minus trvalé tepelné zisky. Je dána vztahem:

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_t \quad (1)$$

Kde Q_p - tepelná ztráta prostupem tepla
 Q_v - tepelná ztráta větráním
 Q_t - trvalý tepelný zisk

3.3. Tepelná ztráta prostupem tepla

Tepelná ztráta prostupem tepla Q_p ve W, má největší podíl na celkové ztrátě Q_c

$$Q_p = Q_o \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad (2)$$

Kde Q_o - základní tepelná ztráta prostupem tepla
 p_1 - přírážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí
 p_2 - přírážka na urychlení zátoku
 p_3 - přírážka na světovou stranu

Základní tepelná ztráta prostupem tepla Q_o ve W, se rovná součtu tepelných toků prostupem tepla jednotlivými konstrukcemi, z nichž je složena místnost.

$$Q_o = k \cdot S \cdot (t_i - t_e) \quad (3)$$

Kde k - součinitel prostupu tepla
 S - velikost plochy stěny v m^2
 t_i - vnitřní teplota místnosti v $^{\circ}C$
 t_e - teplota na vnější straně místnosti $^{\circ}C$

Samotný výpočet součinitele prostupu tepla v podstatě rozhoduje, jak velké budou tepelné ztráty. Zaleží na použitých materiálech, jako jsou omítky, cihly, tvárnice anebo případného zateplení a tloušťce jednotlivých vrstev stěn. [1]

3.4. Prostup tepla vícevrstvou rovinnou stěnou

Pokud je stěna tvořena pouze jednou vrstvou, můžeme součinitel prostupu tepla použít z normy ČSN 73 0540, která obsahuje součinitele prostupu tepla pro mnohé stavební materiály.

Je-li však rovinná stěna tvořena více vrstvami stavebních materiálů, které na sebe těsně přiléhají, není možno tuto normu použít. V tomto případě je potřeba stanovit společný součinitel prostupu tepla.

Přitom vycházíme ze vztahu:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{l}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad (4)$$

Kde k - součinitel prostupu tepla v $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
 α_i = 8 (součinitel přestupu tepla – teplejší strana v $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$)
 α_e = 23 (součinitel přestupu tepla – chladná strana v $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$)
 l - tloušťka vrstvy daného materiálu v m^2
 λ - součinitel tepelné vodivosti daného materiálu $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí p_l , závisí na průměrném součiniteli prostupu tepla všech částí místností k_c , se spočítá:

$$k_c = \frac{Q_o}{\sum S.(t_i - t_e)} \quad (5)$$

Kde Q_o – základní tepelná ztráta prostupem tepla
 $\sum S$ – celková plocha všech konstrukcí vytápěné místnosti v m^2
 t_i – vnitřní teplota $^{\circ}\text{C}$
 t_e – venkovní teplota $^{\circ}\text{C}$

Přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí p_l se poté spočítá ze vztahu:

$$p_l = 0,15.k_c \quad (6)$$

Přirážka na urychlení zátoku se používá v případě, kdy nejsme schopni zajistit nepřetržitý provoz vytápění. Při denním vytápění, delším nebo rovnajícimu se 16 hodinám, přirážka činí $p_2 = 0,1$.

O výši přírážky na světovou stranu p_3 rozhoduje poloha nejvíce ochlazované části stavební konstrukce místnosti podle normy ČSN 06 0210. [1]

3.5. Tepelná ztráta větráním

Tepelná ztráta místnosti větráním Q_v ve W se stanoví ze vztahu:

$$Q_v = 1300 \cdot \dot{V}_v \cdot (t_i - t_e) \quad (7)$$

Kde \dot{V}_v - objemový tok větracího vzduchu v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ za \dot{V}_v se dosadí \dot{V}_{vP}
 t_i, t_e - viz vzorec k_c
 c_v - objemová tepelná kapacita vzduchu $c_v = 1300$, při střední teplotě $t_s = \frac{t_i + t_e}{2}$

\dot{V}_{vP} je při přirozeném větrání a spočítá se:

$$\dot{V}_{vP} = \sum(\dot{i}_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \quad (8)$$

Kde $\sum(\dot{i}_{LV} \cdot L)$ - součet průvzdušnosti oken a venkovních dveří dané místnosti v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$
 \dot{i}_{LV} - součinitel spárové provzdušnosti v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} / \text{m} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$
 L - délka spár otevírajících se oken a venkovních dveří v m
 B - charakteristické číslo budovy v $\text{Pa}^{-0,67}$
 M - charakteristické číslo místnosti

Charakteristické číslo budovy B na rychlosti větru vzhledem k poloze domu se rozlišuje na chráněnou, nechráněnou a velmi nepříznivou polohu. Závisí i na druhu domu, zda se jedná o dům řadový či osaměle stojící. Z hlediska síly větru se dále rozlišuje na krajinu normální a krajinu s intenzivními větry.

Charakteristické číslo budovy B a místnosti M jsou vypsány v normě ČSN 06 0210. [1]

S výpočtem tepelné ztráty pracujeme následovně:

- vypočteme tepelné ztráty jednotlivých stěn, stropů, podlah zvlášť
- výsledné výsledky části místnosti sečteme a vznikne nám tepelná ztráta místnosti
- podobně sečteme všechny místnosti v objektu a součtem všech získáme tepelnou ztrátu prostupem celého domu
- celkovou tepelnou ztrátu získáme sečtením ztráty větráním ke ztrátě prostupem, popřípadě přičteme i trvalý tepelný zisk [1]

3.6. Výpočet součinitelů prostupu tepla jednotlivými stavebními konstrukcemi

1. obvodová zeď

0,02 m vápenocementová omítka $\lambda = 0,99 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,45 m pálená cihla plná $\lambda = 0,8 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,015 m vápenná omítka $\lambda = 0,88 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,99} + \frac{0,45}{0,8} + \frac{0,015}{0,88} + \frac{1}{23}} = 1,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

2. obvodová zeď po zateplení

0,005 m tepelně izolační omítka $\lambda = 0,115 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,2 m polystyrén $\lambda = 0,036 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,02 m vápenocementová omítka $\lambda = 0,99 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,45 m pálená cihla plná $\lambda = 0,8 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,015 m vápenná omítka $\lambda = 0,88 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,005}{0,115} + \frac{0,2}{0,036} + \frac{0,02}{0,99} + \frac{0,45}{0,8} + \frac{0,015}{0,88} + \frac{1}{23}} = 0,157 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

3. obvodová zeď veranda, půda

0,02 m vápenocementová omítka $\lambda = 0,99 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,3 m pálená cihla plná $\lambda = 0,8 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,015 m vápenná omítka $\lambda = 0,88 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,99} + \frac{0,3}{0,8} + \frac{0,015}{0,88} + \frac{1}{23}} = 1,72 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

4. obvodová zeď veranda, půda po zateplení

0,005 m tepelně izolační omítka $\lambda = 0,115 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,2 m polystyrén $\lambda = 0,036 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,02 m vápenocementová omítka $\lambda = 0,99 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,3 m pálená cihla plná $\lambda = 0,8 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,015 m vápenná omítka $\lambda = 0,88 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,99} + \frac{0,3}{0,8} + \frac{0,015}{0,88} + \frac{0,005}{0,115} + \frac{0,2}{0,036} + \frac{1}{23}} = 0,16 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

5. obvodová zeď půda

0,02 m vápenocementová omítka $\lambda = 0,99 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,15 m pálená cihla plná $\lambda = 0,8 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,015 m vápenná omítka $\lambda = 0,88 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,99} + \frac{0,15}{0,8} + \frac{0,015}{0,88} + \frac{1}{23}} = 2,56 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

6. obvodová zeď půda po zateplení

0,005 m tepelně izolační omítka $\lambda = 0,115 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,2 m polystyrén $\lambda = 0,036 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,02 m vápenocementová omítka $\lambda = 0,99 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,15 m pálená cihla plná $\lambda = 0,8 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,015 m vápenná omítka $\lambda = 0,88 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,99} + \frac{0,15}{0,8} + \frac{0,015}{0,88} + \frac{0,005}{0,115} + \frac{0,2}{0,036} + \frac{1}{23}} = 0,17 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

7. podlaha - přízemí

0,008m linoleum $\lambda = 0,19 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,10 m beton ze struskové pemzy $\lambda = 0,64 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,15 m železobeton $\lambda = 1,43 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,008}{0,19} + \frac{0,10}{0,64} + \frac{0,15}{1,43} + \frac{1}{23}} = 2,1 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

8. podlaha – přízemí zateplená

$$0,008\text{m linoleum} \quad \lambda = 0,19 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$0,10 \text{ m beton ze struskové pemzy} \quad \lambda = 0,64 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$0,15 \text{ m železobeton} \quad \lambda = 1,43 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$0,1 \text{ m polystyrén} \quad \lambda = 0,036 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$0,005 \text{ m tepelně izolační omítka} \quad \lambda = 0,115 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,008}{0,19} + \frac{0,10}{0,64} + \frac{0,15}{1,43} + \frac{0,1}{0,036} + \frac{0,005}{0,115} + \frac{1}{23}} = 0,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

9. strop první podlaží

$$0,2 \text{ m železobeton} \quad \lambda = 1,43 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$0,02 \text{ m vápenná omítka} \quad \lambda = 0,88 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,2}{1,43} + \frac{0,02}{0,88} + \frac{1}{23}} = 3,03 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

10. strop první podlaží zateplený

$$0,2 \text{ m železobeton} \quad \lambda = 1,43 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$0,02 \text{ m vápenná omítka} \quad \lambda = 0,88 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$0,1 \text{ m polystyrén} \quad \lambda = 0,036 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$0,005 \text{ m tepelně izolační omítka} \quad \lambda = 0,115 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,2}{1,43} + \frac{0,02}{0,88} + \frac{0,1}{0,036} + \frac{0,005}{0,115} + \frac{1}{23}} = 0,32 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

11. strop – veranda

0,2 m železobeton $\lambda = 1,43 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,03 m asfaltové pásy $\lambda = 0,21 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,2}{1,43} + \frac{0,03}{0,21} + \frac{1}{23}} = 2,22 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

12. strop – veranda zateplený

0,2 m železobeton $\lambda = 1,43 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,03 m asfaltové pásy $\lambda = 0,21 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,1 m polystyrén $\lambda = 0,036 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

0,005 m tepelně izolační omítka $\lambda = 0,115 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,2}{1,43} + \frac{0,03}{0,21} + \frac{0,1}{0,036} + \frac{0,005}{0,115} + \frac{1}{23}} = 0,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

13. okna dřevěná $k = 2,4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

14. okna plastová $k = 1,3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

15. dveře hlavní – dřevo $k = 4,1 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

4. Výpočet tepelné ztráty domku Před zateplením

Jestliže chci srovnat, zda se mi zateplení a výměna oken vyplatí z hlediska úspor energie na topení, musím spočítat celkové tepelné ztráty domu před úpravami – za současného stavu.

Výpočet tep. ztráty vychází z normy ČSN 06 0210. Pro výpočet tepelné ztráty použiji rovnice 1-3, 5-8 a pro výpočet součinitele prostupu vícevrstvou stěnou všech stavebních konstrukcí v domě rovnici 4.

Tabulka 1. Ztráty místností 101, 102

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky				Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_p + Q_v$
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	$k \cdot \Delta t$	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	$1+p_1+p_2+p_3$	
																cm
Ložnice 101: t _i = 20, V = 52,7 m ³																
SO	45	4,75	2,66	12,635	1	2,38	12,64	1,3	35	45,5	575	$k_c = 2020/(108.35) = 0,53$				$Q_p = 2585 \text{ W}$ $Q_v = 234 \text{ W}$ $Q_c = 2819 \text{ W}$
SO	45	5	2,66	13,3			10,92	1,3	35	45,5	497					
OD		1,7	1,4	2,38			2,38	2,4	35	84	200					
Pdl	25	4,75	5	23,75			23,75	2,1	15	31,5	748	0,08	0,10	0,10	1,28	
											2020					
$Q_v = 1300.\Sigma(i_{LV}.L).B.M.(t_i-t_e) = 234 \text{ W}$																
Kuchyně 102: t _i = 20, V = 42,56 m ³																
SO	45	4,45	2,66	11,84	1	2,38	9,46	1,3	35	45,50	430	$k_c = 1629/(80,6.35) = 0,57$				$Q_p = 2101 \text{ W}$ $Q_v = 234 \text{ W}$ $Q_c = 2335 \text{ W}$
SO	45	2,75	2,66	7,32			7,32	1,3	35	45,50	333					
OD		1,7	1,4	2,38			2,38	2,4	35	84	200					
Pdl	25	4,45	4,75	21,14			21,14	2,1	15	31,50	666	0,09	0,10	0,10	1,29	
											1629					
$Q_v = 1300.\Sigma(i_{LV}.L).B.M.(t_i-t_e) = 234 \text{ W}$																

Tabulka 2. Ztráty místností 103, 104

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky							
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	k. Δt	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	1+p ₁ +p ₂ +p ₃	Celková tepelná ztráta Q _c = Q _p + Q _v			
																k	Δt	Q _o	
																Wm ⁻² .K ⁻¹	K	Wm ⁻²	W
cm	m	m	m ²	m ²	m ²	Wm ⁻² .K ⁻¹	K	Wm ⁻²	W	p ₁	p ₂	p ₃							
Veranda 103: t _i = 15, V = 18 m ³																			
SO	30	2,3	2,66	6,118	1	2,07	4,048	1,72	30	51,6	209	k _c = 1671/(36.30) = 1,58							
SO	30	4	2,66	10,64	1	5,27	5,37	1,72	30	51,6	277								
SO	30	2,3	2,66	6,118	1	2,04	4,078	1,72	30	51,6	210								
OD		3,1	1,7	5,27			5,27	2,4	30	72	379								
OD		1,2	1,7	2,04			2,04	2,4	30	72	147								
DV		0,9	2,3	2,07			2,07	4,1	30	123	255	0,24	0,10	0,10	1,44	Q _p = 2406 W			
Pdl	25	2,3	4	9,2			9,2	2,1	10	21	193								
											1671					Q _c = 2985 W			
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 325 W																			
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 254 W																			
Schodiště 104: t _i = 15, V = 50,6 m ³																			
SO	45	2,75	2,66	7,32	2	0,72	7,32	1,3	30	39,00	285	k _c = 787/(92.30) = 0,29							
SO	45	2,35	2,66	6,25			5,53	1,3	30	39,00	216								
OD		0,6	0,6	0,36			0,36	2,4	30	72	26								
OD		0,6	0,6	0,36			0,36	2,4	30	72	26								
Pdl	25	4,75	2,35	11,16			11,16	2,1	10	21,00	234								
											787	0,04	0,10	0,10	1,24	Q _p = 976 W			
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 102 W																			
																			Q _v = 102 W
																			Q _c = 1078 W

Tabulka 3. Ztráty místností 105, 106

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky				Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_p + Q_v$
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	$k \cdot \Delta t$	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	$1+p_1+p_2+p_3$	
	cm	m	m	m ²		m ²	m ²	k	Δt	Wm ⁻²	$\frac{Q_o}{W}$	p ₁	p ₂	p ₃		
									Wm ⁻² .K ⁻¹	K		W				W
WC,spíž 105: t _i = 20, V = 16 m ³																
SO	45	1,5	2,66	3,99	1	0,72	3,27	1,3	35	45,5	149	$k_c = 342/(33.35) = 0,3$				1,14
OD		0,6	1,2	0,72			0,72	2,4	35	84	60					
Pdl	25	1,5	2,8	4,2			4,2	2,1	15	31,5	132	0,04	0,10	0,00	$Q_p = 390 \text{ W}$	
											342					$Q_v = 67 \text{ W}$
$Q_v = 1300.\Sigma(i_{LV}.L).B.M.(t_i-t_e) = 67 \text{ W}$																$Q_c = 457 \text{ W}$
Koupelna 106: t _i = 24, V = 22 m ³																
SO	45	2	2,66	5,32	1	1,44	3,88	1,3	39	50,70	197	$k_c = 555/(45.39) = 0,32$				1,15
OD		1,20	1,20	1,44			1,44	2,4	39	93,60	135					
Pdl	25	2	2,80	5,60			5,60	2,1	19	39,90	223	0,05	0,10	0,00	$Q_p = 638 \text{ W}$	
											555					$Q_v = 104 \text{ W}$
$Q_v = 1300.\Sigma(i_{LV}.L).B.M.(t_i-t_e) = 104 \text{ W}$																$Q_c = 742 \text{ W}$

Tabulka 4. Ztráty místností 107, 108

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17														
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky																		
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	k. Δt	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	1+p ₁ +p ₂ +p ₃	Celková tepelná ztráta Q _c = Q _p + Q _v														
																	cm	m	m	m ²	m ²	m ²	Wm ⁻² .K ⁻¹	K	Wm ⁻²	Q _p W	p ₁	p ₂	p ₃	W
Obývací pokoj 107: t _i = 20, V = 49,9 m ³																														
SO	45	3,95	2,66	10,507	1	2,38	10,507	1,3	35	45,5	478	k _c = 1788/(94.35) = 0,54				1,18	Q _p = 2110 W Q _v = 234 W Q _c = 2344 W													
SO	45	4,75	2,66	12,635			10,92	1,3	35	45,5	497																			
OD		1,7	1,4	2,38			2,38	2,4	35	84	200	0,08	0,10	0,00																
Pdl	25	4,75	4,1	19,475			19,475	2,1	15	31,5	613							1788												
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 234 W																														
Předsíň 108: t _i = 20, V = 11,8 m ³																														
Pdl	25	2,95	1,50	4,43			4,43	2,1	15	31,50	140	k _c = 140/(21,7.15) = 0,43				1,16	Q _p = 162 W Q _v = 0 W Q _c = 162 W													
												0,06	0,10	0,00																
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 0 W																														

Tabulka 5. Ztráty místností 201, 202

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky				Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_p + Q_v$
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	$k \cdot \Delta t$	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	$1+p_1+p_2+p_3$	
																cm
pokoj 201: t _i = 20, V = 52,7 m ³																
SO	45	4,15	2,5	10,375	1	2,38	8	1,3	35	45,5	364	k _c = 2654/(104.35) = 0,73				
OD		1,7	1,4	2,38			2,38	2,4	35	84	200					
Str	20	4,75	4,15	19,7125			19,7125	3,03	35	106,05	2091					
											2654	0,10	0,10	0,10	1,30	Q _p = 3450 W Q _v = 234 W Q _c = 3684 W
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 234 W																
Kuchyně 202: t _i = 20, V = 42,56 m ³																
SO	45	3,05	2,50	7,63	1	2,38	5,25	1,3	35	45,50	239	k _c = 1975/(86.35) = 0,66				
OD		1,7	1,4	2,38			2,38	2,4	35	84	200					
Str	20	3,05	4,75	14,49			14,49	3,03	35	106,05	1537					
											1975	0,10	0,10	0,10	1,30	Q _p = 2567 W Q _v = 234 W Q _c = 2801 W
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 234 W																

Tabulka 6. Ztráty místností 203, 204

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky				
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	k. Δt	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	1+p ₁ +p ₂ +p ₃	Celková tepelná ztráta Q _c = Q _p + Q _v
cm	m	m	m ²	m ²	m ²	$\frac{k}{Wm^{-2}.K^{-1}}$	$\frac{\Delta t}{K}$	Wm ⁻²	$\frac{Q_o}{W}$	p ₁	p ₂	p ₃	W			
Šatna 203: t _i = 20, V = 4,53 m ³																
SO	45	1,1	2,5	2,75			2,75	1,3	35	45,5	125	k _c = 546/(9.35) = 1,7				
SO	45	1,65	2,5	4,125			4,125	1,3	35	45,5	188					
Str	20	1,1	2	2,2			2,2	3,03	35	106,05	233					
											546	0,25	0,10	0,10	1,45	Q _p = 791 W
																Q _v = 0 W
																Q _c = 791 W
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 0 W																
Šatna 204: t _i = 20, V = 4,3 m ³																
Str	20	1,10	1,55	1,71			1,71	3,03	35	106,05	181	k _c = 181/(16,5.35) = 0,3				
											181					
												0,05	0,10	0,10	1,25	Q _p = 226 W
																Q _v = 0 W
																Q _c = 226 W
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 0 W																

Tabulka 7. Ztráty místností 205, 206

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17							
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky											
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	k. Δt	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	1+p ₁ +p ₂ +p ₃	Celková tepelná ztráta Q _c = Q _p + Q _v							
cm	m	m	m ²	m ²	m ²	$\frac{k}{Wm^{-2}.K^{-1}}$	Δt K	Wm ⁻²	$\frac{Q_p}{W}$	p ₁	p ₂	p ₃	W										
Karetní místnost 205: t _i = 20, V = 35 m ³																							
SO	30	2,3	2,5	5,75	1	1,71	4,04	1,72	35	60,2	243	k _c = 2630/(60,4.35) = 1,28											
SO	30	6,1	2,5	15,25	1	4,34	10,9	1,72	35	60,2	656												
SO	30	2,3	2,5	5,75	1	2,52	3,23	1,72	35	60,2	194												
OD		3,1	1,4	4,34			4,34	2,4	35	84	365												
OD		1,8	1,4	2,52			2,52	2,4	35	84	212												
DV		0,9	1,9	1,71			1,71	4,1	35	143,5	245	0,19	0,10	0,10	1,39	Q _p = 3655 W							
Str	20	2,3	4	9,2			9,2	2,22	35	77,7	715						Q _v = 458 W						
											2630					Q _c = 4113 W							
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 132 W																							
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 326 W																							
Herna 206: t _i = 20, V = 37 m ³																							
SO	45	3,65	2,5	9,13	1	2,38	6,75	1,3	35	45,50	307	k _c = 2069/(67,6.35) = 0,87											
OD		1,7	1,4	2,38			2,38	2,4	35	84	200												
Str	25	3,65	4,05	14,78			14,78	3,02	35	105,70	1562												
											2069	0,13	0,10	0,00	1,23	Q _p = 2544 W							
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 234 W																							
Q _c = 2778 W																							

Tabulka 8. Ztráty místnosti 207

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky				
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	k. Δt	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	1+p ₁ +p ₂ +p ₃	Celková teplená ztráta Q _c = Q _p + Q _v
cm	m	m	m ²	m ²	m ²	$\frac{k}{Wm^{-2}K^{-1}}$	$\frac{\Delta t}{K}$	Wm ⁻²	$\frac{Q_p}{W}$	p ₁	p ₂	p ₃	W			
Půda 207: t _i = 15, V = 60 m ³																
SO	45	3,8	2,5	9,5	1	1,68	9,5	1,3	30	39	371	k _c = 4576/(124.30) = 1,3				
SO	30	3	2,5	7,5			5,82	1,72	30	51,6	300					
SO	15	6,5	2,5	16,25			16,25	2,56	30	76,8	1248					
SO	45	1,15	2,50	2,875			2,875	1,3	30	39	112					
OD		1,2	1,4	1,68			1,68	2,4	30	72	121					
Str	20	5,05	3,8	19,19			19,19	3,02	30	90,6	1739					
Str	20	4,45	1,7	7,565			7,565	3,02	30	90,6	685	0,19	0,10	0,00	1,29	Q _p = 5903 W Q _v = 152 W Q _c = 6055 W
											4576					
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 152 W																

Tabulka 9. Celkové tepelné ztráty

Číslo místnosti	Název místnosti	Tepelná ztráta [W]
101	Ložnice	2 819
102	Kuchyně	2 335
103	Veranda	2 985
104	Schodiště	1 078
105	WC, spíž	457
106	Koupelna	742
107	Obývací pokoj	2 344
108	Předsín	162
201	Pokoj	3 684
202	Kuchyně	2 801
203	Šatna	791
204	Šatna	226
205	Karetní místnost	4 113
206	Herna	2 778
207	Půda	6 055
Celková tepelná ztráta		33 370

4.1. Celková tepelná ztráta před zateplením

Celková tepelná ztráta před zateplením činí 33 370 W. Samotný výpočet tepelných ztrát uveden na str. 13 – 20.

4.2. Výměna oken a zateplení

Na finanční chod domácnosti má asi největší podíl vynaložených prostředků právě vytápění. Podle většiny odhadů se na vytápění a ohřev teplé vody spotřebuje až 80% celkových výdajů energií v domácnostech. Snad každý uvažuje nad tím, jak by je mohl snížit. Od přechodu k levnějšímu dodavateli plynu či jiného paliva (dřevo, uhlí,...), nebo výměnou starých kotlů za nové účinnější. [4]

Těchto druhů úspor je mnoho. U našeho rodinného domu jsem zvolil zateplení a výměnu starých oprýskaných oken, které by časem stejně potřebovaly vyměnit.

Co je to tedy vlastně zateplovat? Zateplování je doplnění do stavební konstrukce vhodného tepelně izolačního materiálu, který nám zvýší tepelný odpor a následně dopomůže ke snížení tepelných ztrát, a to se rovná nižší platby za energii na vytápění.

Výhody:

- ekonomické
- snížení ztrát sáláním skrze sklo
- snížení tepelných ztrát zdivo
- nepromrzání obvodového zdiva
- snížení prostupu hluku z venkovního prostředí
- nový vzhled
- ochrana životního prostředí

Při dobře provedeném zateplení se náklady na vytápění mohou snížit až o 50 – 60%, ale před zateplením je nejprve potřeba zvážit, jestli se stavební úpravy z hlediska nákladů vyplatí či nikoli.

Výměna oken za nová je vždy natolik nákladná, že z důvodu energetických úspor se většinou nevyplatí. Okna měním hlavně kvůli špatnému stavu starých dřevěných za nová plastová, u kterých mi odpadají náklady na natírání a kytování odpadnutého kytu z oken. [4]

4.3. Materiály k izolaci

Dřevitá vlna

Z hlediska stavebníků, smýšlejících ekologicky, je to jeden z nejpoužívanějších materiálů. Použití buď ve tvaru dřevovláknité desky, nebo i volně tvarovatelné. Dá se zateplovat jak kontaktním způsobem, tak i pomocí roštů, které jsou výhodnější, protože nám odpadá vyrovnání zateplovacího povrchu (především u starých domů nerovnost zdiva). [2] [7]



Obr.1. *Dřevitá vlna*

(<http://www.ireceptar.cz/domov-a-bydleni/stavba-a-rekonstrukce/vybirame-tepelnou-izolaci-pro-fasadu-starsiho-domu/>)

Minerální vlna

Minerální vlny, jinak také tepelně izolační vaty, se dělí na skelné vaty, které se dostávají v rolích a čedičové vaty ve formě desky. Čedičové desky se nejčastěji používají na zateplení vnitřních prostor, ale i k zateplení pláště budovy. Minerální vlna v rolích je vhodná pro zateplení lehkých podlah, stropních podhledů. Oproti fasádnímu polystyrenu má velkou propustnost vodních par a tím umožňuje domu dýchat. Je to nehořlavý materiál, který je také výborným tepelným a zvukovým izolantem.



Obr. 2. *Minerální vata*

(<http://www.mineralni-vata.cz/>)

Fenolická pěna

Jsou to speciální desky z fenolické pěny, vynikají svou malou tloušťkou izolace oproti ostatním používaným materiálům při stejných tepelně izolačních vlastnostech. Slouží ke kontaktnímu způsobu zateplování a jsou z obou stran opatřeny tenkou vrstvou skelné vaty pro lepší přídržnost k lepícímu tmelu. [8]



Obr. 3. *Fenolická pěna*

(<http://www.zelenausporam.cz/vyhledavani/vyrobek/SVT6061/kingspan-kooltherm-k5/>)

Polyuretan – PUR

PUR pěna je pěnový izolant na organické bázi, který se používá na střechy ve formě stříkané izolace, ale také ve formě desek s hliníkovou fólií. Po nástřiku pěna zaplní všechny detaily konstrukce a její objem se zvětší až 100x. Má vynikající hydroizolační vlastnosti a minimální nasákavost. Je čistě přírodním produktem, jeho výroba však představuje zátěž pro životní prostředí, kvůli velké energetické náročnosti zpracování ropy. [9]

Škvára

V minulém století hojně používaný materiál pro zateplování podlah, ale i obvodových stěn. Je to odpadový materiál z provozu parních strojů a kotlen. V dnešní době se spíše používá při výrobě tvárnic a cihel, podsypová vrstva pod dlažby nebo k výrobě umělého kameniva.

Ovčí vlna

Je to přirozený izolační materiál. Říká se jí ekologická izolace kvůli svým nízkým nárokům na vstupní energii. [2]

Sláma

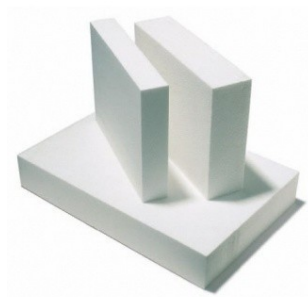
Jako stavební materiál se používá dlouho, v dnešní době se sláma využívá jako výplňový materiál do stěn. Má velkou škálu využití od výroby cihel, jako střešní krytina, izolace stropu až po izolace fasád.

Rostliny

Výhodou popínavých rostlin je, že působí pozitivním estetickým dojmem. Má i své praktické výhody nejvíce asi v letních měsících, kdy na stěnu nedopadá tolik slunečního svitu, a tím se zmenšuje napětí vlivem teplot. Dále chrání budovu i před deštěm, a tím prodlužuje životnost stěny, která zůstává stále suchá. [10]

Polystyren

Pěnový polystyren dnes nejpoužívanější materiál na zateplení obvodového zdiva. Hlavními výhodami jsou jeho tepelné vlastnosti a příznivá cena jeho nevýhodou. Nevýhodou je hořlavost a velký difúzní odpor vodní páry.



Obr. 4. *Fasádní polystyren*

(<http://www.stavomarket.cz/produkt/36010576-fasadni-penovy-polystyren-bachl-eps-50-z-1000x500-mm-tloustka-10-mm/>)

Na zateplení se používají dva druhy:

a) Expandovaný polystyren

Takzvané EPS kuličky. Jsou to malé perličky zpěňovaného polystyrenu, který se předpěňuje působením syté vodní páry. Kuličky dále vypěňují, změkknou a spojují se v blocích. [11]

b) Extrudovaný polystyren

Oproti běžnému EPS polystyrenu má větší pevnost, nenasákavost a lepší tepelné technické vlastnosti. Vyrábí se pomocí vytlačování taveniny polystyrenu za současného přidavku vzpěňovadlem, které po vytlačení na konci vytlačovací hubice umožní napěnění materiálu. [12]

4.4. Okna

Dřevěná

V dnešní době ustupující druh. Hlavní použití na budovy památkově chráněné nebo nová eurookna vyráběné z kvalitních lepených hranolů.

Dřevohliníková

Jsou to moderní okna, tvořena hliníkovou částí z vnější strany a strany dřevěné z vnitřní strany.



Obr. 5. Dřevohliníková okna

(<http://www.prazak.cz/rs/drevohlinikova-okna-R17.html>)

Ocelová okna

Jsou vyráběna z ocelových pozinkovaných tenkostěnných profilů těsněnými dvěma pryžovými profily.

Plastová okna

Dnes nejpoužívanější druh oken z důvodu vynikajícího poměru ceny a kvality. Nejčastěji se používají dvojskla nebo trojskla, která mají mezi skly napuštěný interní plyn krypton či argon, oba tyto plyny působí kladně na tepelné ztráty sáláním. [6]

4.5. Výběr izolačního materiálu

Při výběru zateplovacích materiálů na náš dům jsem srovnával ceny materiálů a zkušeností, které jsem se dočetl na internetových stránkách i mezi známými.

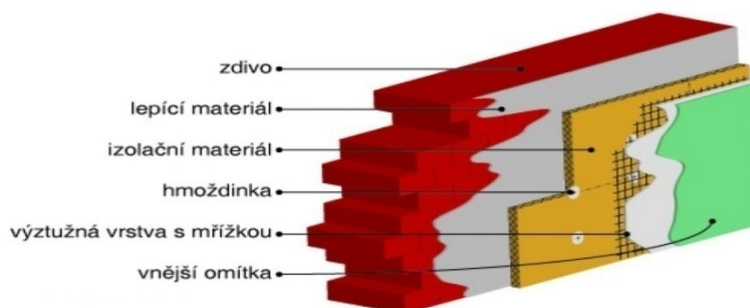
Okna jsem vybral 5 komorová plastová s dvojskly z důvodu přijatelné ceny a dlouhé životnosti oken, dalo by se říci, že jsou bezúdržbová.

Pro zateplení domu, podlahy v přízemí a stropu v patře jsem vybral expandovaný polystyren. Nemůžu říci, že je mezi materiály na zateplení nejlepší, ale pro zateplení našeho domu a z hlediska finanční stránky, je to nejlepší materiál za rozumnou cenu. Polystyrenové desky budou mít tloušťku 200 mm a na strop, podlahu použiji tloušťku 100 mm s vrstvou termoomítky (tepelně izolační omítka). Polystyren vyniká hlavně díky své nízké hmotnosti, nenasákavosti, tepelně izolačními vlastnostmi a přijatelnou cenou.

Kontaktní zateplování fasády

Je to nejrozšířenější způsob zateplování. Jde o konstrukci izolace bez vzduchové mezery, kde je polystyren či jiný materiál vhodný k izolaci je přilepen a ukotven přímo na zeď, která je překryta dalšími vrstvami a ukončena omítkou. Výhodou takového zateplení je celistvost celku bez vzniku tepelných mostů. Nevýhodou jsou přípravné práce (rovný podklad, omezený prostup vodních par, navrch) a vysoké nároky na kvalitu zhotovení. [13]

Kontaktní systém se skládá z těchto částí:



Obr. 6. Kontaktní systém

(http://istavitel.cz/clanek/izolace/tepelne-izolace/zpusoby-zatepleni-obvodoveho-plaste-domu_81)

Doplňkovým materiálem pro zateplování jsou rohové, soklové a další lišty sloužící k dokončovacím pracím.

Pro kontaktní zateplení je nutno zohlednit z jakého stavebního zdiva je dům postaven, protože například pokud je stavba postavena z pórobetonových tvárnic, musíme opatřit podklad penetračním nátěrem jako ochranu před nasákavostí vody z lepicí malty, ten také stabilizuje pevnost povrchu tvárnic.

4.6. Přepočet tepelných ztrát po zateplení

Tabulka 10. Celková tepelná ztráta

Číslo místnosti	Název místnosti	Tepelná ztráta [W]
101	Ložnice	651
102	Kuchyně	596
103	Veranda	1400
104	Schodiště	246
105	WC, spíž	145
106	Koupelna	247
107	Obývací pokoj	586
108	Předsín	22
201	Pokoj	686
202	Kuchyně	597
203	Šatna	75
204	Šatna	23
205	Karetní místnost	1395
206	Herna	580
207	Půda	694
Celková tepelná ztráta		7 943

Tepelná ztráta po zateplení činí 7 943 W. Je o 25 427 W nižší než před zateplením. Samotný výpočet tepelných ztrát je uveden na str. 29 – 36.

Tabulka 11. Ztráty místností 101, 102

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky				
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	k. Δt	tepelná ztráta	na vyrovnaní vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	1+p ₁ +p ₂ +p ₃	Celková tepelná ztráta Q _c = Q _p + Q _v
cm	m	m	m ²	m ²	m ²	$\frac{k}{Wm^{-2} \cdot K^{-1}}$	$\frac{\Delta t}{K}$	Wm ⁻²	$\frac{Q_o}{W}$	p ₁	p ₂	p ₃	W			
Ložnice 101: t _i = 20, V = 52,7 m ³																
SO	45	4,75	2,66	12,635	1	2,38	12,64	0,157	35	5,495	69	k _c = 345/(108.35) = 0,09				
SO	45	5	2,66	13,3			10,92	0,157	35	5,495	60					
OP		1,7	1,4	2,38			2,38	1,3	35	45,5	108	0,01	0,10	0,10	1,21	
Pdl	25	4,75	5	23,75			23,75	0,3	15	4,5	107					
											345					Q _p = 417 W Q _v = 234 W Q _c = 651 W
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 234 W																
Kuchyně 102: t _i = 20, V = 42,56 m ³																
SO	45	4,45	2,66	11,84	1	2,38	9,46	0,157	35	5,50	52	k _c = 296/(80,6.35) = 0,1				
SO	45	2,75	2,66	7,32			7,32	0,157	35	5,50	40					
OP		1,7	1,4	2,38			2,38	1,3	35	46	108	0,02	0,10	0,10	1,22	
Pdl	25	4,45	4,75	21,14			21,14	0,3	15	4,50	95					
											296					Q _p = 361 W Q _v = 234 W Q _c = 596 W
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 234 W																

Tabulka 12. Ztráty místností 103, 104

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky				Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_p + Q_v$
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	$k \cdot \Delta t$	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	$1+p_1+p_2+p_3$	
																cm
Veranda 103: t _i = 15, V = 18 m ³																
SO	30	2,3	2,66	6,118	1	2,07	4,048	0,16	30	4,8	19	$k_c = 632/(36.30) = 0,6$				
SO	30	4	2,66	10,64	1	5,27	5,37	0,16	30	4,8	26					
SO	30	2,3	2,66	6,118	1	2,04	4,078	0,16	30	4,8	20					
OP		3,1	1,7	5,27			5,27	1,3	30	39	206					
OP		1,2	1,7	2,04			2,04	1,3	30	39	80					
DV		0,9	2,3	2,07			2,07	4,1	30	123	255	0,10	0,10	0,10	1,30	$Q_p = 821 \text{ W}$ $Q_v = 579 \text{ W}$ $Q_c = 1400 \text{ W}$
Pdl	25	2,3	4	9,2			9,2	0,3	10	3	28					
											632					
$Q_v = 1300 \cdot \Sigma(i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \cdot (t_i - t_e) = 325 \text{ W}$																
$Q_v = 1300 \cdot \Sigma(i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \cdot (t_i - t_e) = 254 \text{ W}$																
Schodiště 104: t _i = 15, V = 50,6 m ³																
SO	45	2,75	2,66	7,32	2	0,72	7,32	0,157	30	4,71	34	$k_c = 119/(92.30) = 0,04$				
SO	45	2,35	2,66	6,25			4,81	0,157	30	4,71	23					
OP		0,6	0,6	0,36			0,36	1,3	30	39	14					
OP		0,6	0,6	0,36			0,36	1,3	30	39	14					
Pdl	25	4,75	2,35	11,16			11,16	0,3	10	3,00	33					
											119	0,01	0,10	0,10	1,21	$Q_p = 144 \text{ W}$ $Q_v = 102 \text{ W}$ $Q_c = 246 \text{ W}$
$Q_v = 1300 \cdot \Sigma(i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \cdot (t_i - t_e) = 102 \text{ W}$																

Tabulka 13. Ztráty místností 105, 106

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky				
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	k. Δt	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	1+p ₁ +p ₂ +p ₃	Celková tepelná ztráta Q _c = Q _p + Q _v
	cm	m	m	m ²		m ²	m ²	k Wm ⁻² ·K ⁻¹	Δt K	Wm ⁻²	Q_o W	p ₁	p ₂	p ₃	W	
WC,spíž 105: t _i = 20, V = 16 m ³																
SO	45	1,5	2,66	3,99	1	0,72	3,27	0,157	35	5,495	18	k _c = 70/(33.35) = 0,06				
OP		0,6	1,2	0,72			0,72	1,3	35	45,5	33					
Pdl	25	1,5	2,8	4,2			4,2	0,3	15	4,5	19	0,01	0,10	0,00	1,11	Q _p = 78 W
											70					Q _v = 67 W
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 67 W																Q _c = 145 W
Koupelna 106: t _i = 24, V = 22 m ³																
SO	45	2	2,66	5,32	1	1,44	3,88	0,157	39	6,12	24	k _c = 129/(45.39) = 0,07				
OP		1,20	1,20	1,44			1,44	1,3	39	50,70	73					
Pdl	25	2	2,80	5,60			5,60	0,3	19	5,70	32	0,01	0,10	0,00	1,11	Q _p = 143 W
											129					Q _v = 104 W
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 104 W																Q _c = 247 W

Tabulka 14. Ztráty místností 107, 108

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky				Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_p + Q_v$	
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	$k \cdot \Delta t$	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	$1+p_1+p_2+p_3$		
																cm	m
Obývací pokoj 107: t _i = 20, V = 49,9 m ³																	
SO	45	3,95	2,66	10,507	1	2,38	10,507	0,157	35	5,495	58	$k_c = 314/(94.35) = 0,1$				$Q_p = 352 \text{ W}$ $Q_v = 234 \text{ W}$ $Q_c = 586 \text{ W}$	
SO	45	4,75	2,66	12,635			10,92	0,157	35	5,495	60						
OP		1,7	1,4	2,38			2,38	1,3	35	45,5	108	0,02	0,10	0,00	1,12		
Pdl	25	4,75	4,1	19,475			19,475	0,3	15	4,5	88						
												314					
$Q_v = 1300 \cdot \Sigma(i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \cdot (t_i - t_e) = 234 \text{ W}$																	
Předsíň 108: t _i = 20, V = 11,8 m ³																	
Pdl	25	2,95	1,50	4,43			4,43	0,3	15	4,50	20	$k_c = 20/(21,7 \cdot 15) = 0,03$				$Q_p = 22 \text{ W}$ $Q_v = 0 \text{ W}$ $Q_c = 22 \text{ W}$	
																	0,01
$Q_v = 1300 \cdot \Sigma(i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \cdot (t_i - t_e) = 0 \text{ W}$																	

Tabulka 15. Ztráty místností 201, 202

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky			Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_p + Q_v$		
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	$k \cdot \Delta t$	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu		$1+p_1+p_2+p_3$	
	cm	m	m	m ²		m ²	m ²	$\frac{k}{Wm^{-2} \cdot K^{-1}}$	Δt K	Wm ⁻²	$\frac{Q_p}{W}$	p ₁	p ₂	p ₃			
																W	
pokoj 201: t _i = 20, V = 52,7 m ³																	
SO	45	4,15	2,4	9,96	1	2,38	7,58	0,157	35	5,495	42	$k_c = 371/(104.35) = 0,1$				$Q_p = 452 \text{ W}$ $Q_v = 234 \text{ W}$ $Q_c = 686 \text{ W}$	
OP		1,7	1,4	2,38			2,38	1,3	35	45,5	108						
Str	20	4,75	4,15	19,7125				19,7125	0,32	35	11,2	221					
											371	0,02	0,10	0,10	1,22		
$Q_v = 1300 \cdot \Sigma(i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \cdot (t_i - t_e) = 234 \text{ W}$																	
Kuchyně 202: t _i = 20, V = 42,56 m ³																	
SO	45	3,05	2,40	7,32	1	2,38	4,94	0,157	35	5,50	27	$k_c = 298/(86.35) = 0,1$				$Q_p = 363 \text{ W}$ $Q_v = 234 \text{ W}$ $Q_c = 597 \text{ W}$	
OP		1,7	1,4	2,38			2,38	1,3	35	46	108						
Str	20	3,05	4,75	14,49				14,49	0,32	35	11,20	162					
											298	0,02	0,10	0,10	1,22		
$Q_v = 1300 \cdot \Sigma(i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \cdot (t_i - t_e) = 234 \text{ W}$																	

Tabulka 16. Ztráty místností 203, 204

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky				Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_p + Q_v$
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	$k \cdot \Delta t$	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	$1+p_1+p_2+p_3$	
cm	m	m	m ²	m ²	m ²	$\frac{k}{Wm^{-2} \cdot K^{-1}}$	$\frac{\Delta t}{K}$	Wm ⁻²	$\frac{Q_p}{W}$	p ₁	p ₂	p ₃	W			
Šatna 203: t _i = 20, V = 4,53 m ³																
SO	45	1,1	2,4	2,64			2,64	0,157	35	5,495	15	k _c = 61/(9.35) = 0,2				Q _p = 75 W Q _v = 0 W Q _c = 75 W
SO	45	1,65	2,4	3,96			3,96	0,157	35	5,495	22					
Str	20	1,1	2	2,2			2,2	0,32	35	11,2	25					
											61	0,03	0,10	0,10	1,23	
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 0 W																
Šatna 204: t _i = 20, V = 4,3 m ³																
Str	20	1,10	1,55	1,71			1,71	0,32	35	11,20	19	k _c = 19/(16.5.35) = 0,04				Q _p = 23 W Q _v = 0 W Q _c = 23 W
											19					
												0,01	0,10	0,10	1,21	
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 0 W																

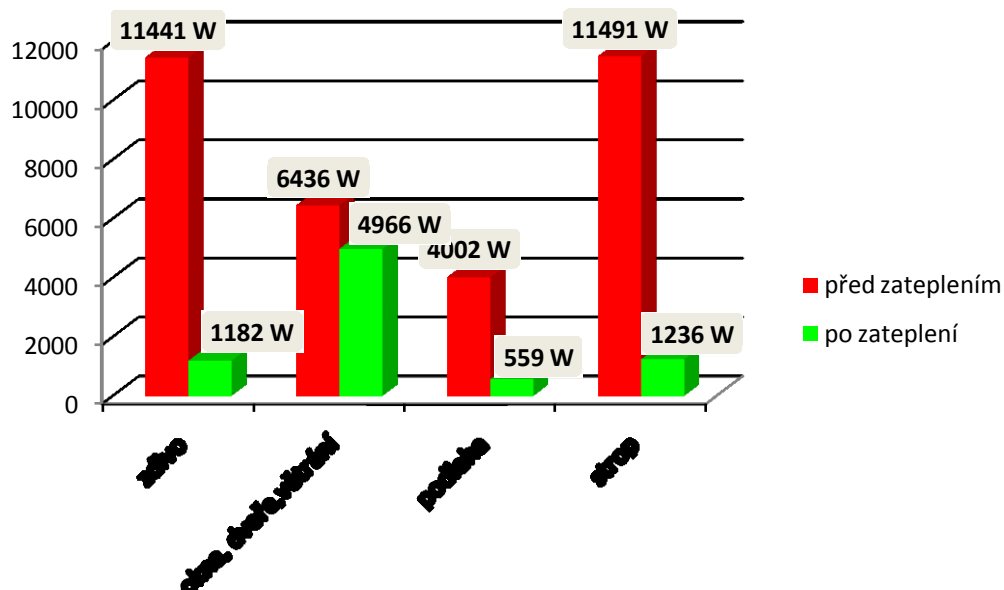
Tabulka 17. Ztráty místností 205, 206

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky					
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	k. Δt	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	1+p ₁ +p ₂ +p ₃	Celková tepelná ztráta Q _c = Q _p + Q _v	
	cm	m	m	m ²		m ²	m ²	k	Δt	Wm ⁻²	Q _o	p ₁	p ₂	p ₃		W	
								Wm ⁻² .K ⁻¹	K		W						
Karetní místnost 205: t _i = 20, V = 35 m ³																	
SO	30	2,3	2,4	5,52	1	1,71	3,81	0,16	35	5,6	21	k _c = 750/(60,4.35) = 0,35					
SO	30	6,1	2,4	14,64	1	4,34	10,3	0,16	35	5,6	58						
SO	30	2,3	2,4	5,52	1	2,52	3	0,16	35	5,6	17						
OP		3,1	1,4	4,34			4,34	1,3	35	45,5	197						
OP		1,8	1,4	2,52			2,52	1,3	35	45,5	115						
DV		0,9	1,9	1,71			1,71	4,1	35	143,5	245						
Str	20	2,3	4	9,2			9,2	0,3	35	10,5	97	0,05	0,10	0,10	1,25	Q _p = 937 W	
																Q _v = 458 W	
																Q _c = 1395 W	
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 132 W																	
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 326 W																	
Herna 206: t _i = 20, V = 37 m ³																	
SO	45	3,65	2,4	8,76	1	2,38	6,38	0,157	35	5,50	35	k _c = 309/(67,6.35) = 0,13					
OP		1,7	1,4	2,38			2,38	1,3	35	46	108						
Str	25	3,65	4,05	14,78			14,78	0,32	35	11,20	166						
												309	0,02	0,10	0,00	1,12	Q _p = 346 W
																Q _v = 234 W	
																Q _c = 580 W	
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 234 W																	

Tabulka 18. Ztráty místností 207

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
označení stěny	Plocha stěny				počet otvorů	Základní tepelná ztráta						Přirážky				
	tloušťka stěny	délka	šířka nebo výška	plocha		plocha otvorů	plocha bez otvorů	součinitel prostupu tepla	rozdíl teplot	k. Δt	tepelná ztráta	na vyrovnání vlivu chladných stěn	na určení zatopu	na světovou stranu	1+p ₁ +p ₂ +p ₃	Celková tepelná ztráta Q _c = Q _p + Q _v
cm	m	m	m ²	m ²	m ²	$\frac{k}{Wm^{-2} \cdot K^{-1}}$	Δt K	Wm ⁻²	$\frac{Q_o}{W}$	p ₁	p ₂	p ₃	W			
Půda 207: t _i = 15, V = 60 m ³																
SO	45	3,8	2,4	9,12	1	1,68	9,12	0,157	30	4,71	43	k _c = 484/(124.30) = 0,13				
SO	30	3	2,4	7,2			5,52	0,16	30	4,8	26					
SO	15	6,5	2,4	15,6			15,6	0,17	30	5,1	80					
SO	45	1,15	2,4	2,76			2,76	0,157	30	4,71	13					
OP		1,2	1,4	1,68			1,68	1,3	30	39	66					
Str	20	5,05	3,8	19,19			19,19	0,32	30	9,6	184					
Str	20	4,45	1,7	7,565			7,565	0,32	30	9,6	73					
											484	0,02	0,10	0,00	1,12	Q _p = 542 W Q _v = 152 W Q _c = 694 W
Q _v = 1300.Σ(i _{LV} .L).B.M.(t _i -t _e) = 152 W																

5. Grafická ukázka úspor



Graf 1. Porovnání tepelných ztrát

Grafickou názorností jsem chtěl demonstrovat úspory zateplením a výměnou oken jak pro odborníka tak lajka, pro snazší pochopení jak vypadali tepelné ztráty před a po.

5.1. Roční spotřeba tepla na vytápění

Pro výpočet roční spotřeby plynu na vytápění použiji tzv. denostupňovou metodu.

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{em})$$

kde d - je počet topných dnů v roce v průměru 242 dní

t_{is} - průměrná vnitřní teplota 20°C

t_{em} - střední denní teplota od začátku a konce otopného období
4°C

Po dosazení hodnot:

$$D = \underline{3\,872}$$

Pro výpočet roční spotřeby tepla na vytápění použijeme vztah:

$$Q_{Vr} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{t_{is} - t_e} \cdot 10^{-3} = \frac{0,75}{1,0 \cdot 0,95} \cdot \frac{24 \cdot 33,37(7,943) \cdot 3872}{20 - (-15)} \cdot 10^{-3}$$

kde ε - opravný součinitel volím 0,75

η_o - účinnost obsluhy a možnost regulace soustavy volím 1,0

η_r - účinnost rozvodu soustavy volím 0,95

Q_c - celková tepelná ztráta 33,370 kW a 7,943 kW

t_{is} - průměrná vnitřní teplota 20°C

t_e - výpočtová venkovní teplota - 15°C

D - počet denostupňů 3872

Výpočet spotřeby tepla na vytápění jsem provedl dvakrát z důvodu zjištění spotřeby před a po zateplení domu.

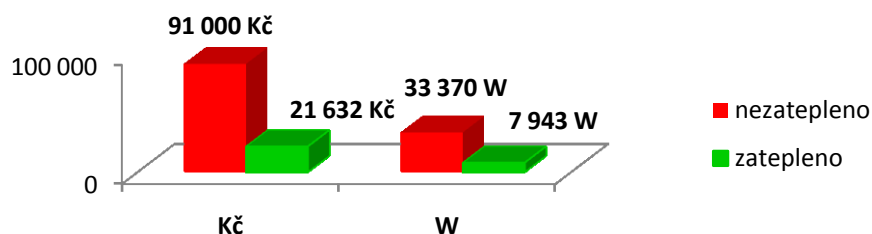
$$Q_{VrPŘED} = 70 \text{ MWh/rok}$$

$$Q_{VrPO} = 16,64 \text{ MWh/rok}$$

Při průměrné ceně 1 300 Kč za 1 MWh mi spotřeba plynu před zateplením vyšla na částku 91 000 Kč a po zateplení na 21 632 Kč. [14]

6. Zhodnocení úspory energie a výpočet doby návratnosti investice

Výhodnost úspory energie na vytápění záleží na mnoha skutečnostech. Je dána cenou energie na vytápění a cenou samotného zateplení. Musíme myslet i na to, že rok od roku se náklady na topení stále zvyšují a ceny stavebních materiálů také. Mým hlavním cílem zateplení byla lepší tepelná pohoda v místnostech a samozřejmě také i vidina snížení plateb za plyn a částečný zisk po uplynutí doby návratnosti investice, který bude použit na další zlepšování našeho domu. Po zateplení a výměně oken se zvýší i tržní hodnota nemovitosti. [5]



Graf 2. Porovnání ztrát a ceny

Před zateplením byla celková tepelná ztráta 33 370 W s roční spotřebou plynu na vytápění za 91 000 Kč. Po rekonstrukci a výměně oken se tepelná ztráta snížila na 7 943 W. Tím se snížila cena vytápění na 21 632 Kč. Z toho vychází roční úspora na necelých 70 000 Kč.

Celková cena 1 m² zateplení činí 700 Kč. Zateplením celého obvodového pláště a stropů o 420 m², tedy vyjde na 300 000 Kč.

Výpočet návratnosti vložených prostředků D do zateplení domu se skládá jako podíl vložených prostředků a roční úspoře na vytápění. [3]

$$D = \frac{300\,000}{70\,000} = 4,5 \text{ let}$$

A to za předpokladu, že se cena energie na vytápění nebude zvyšovat. Chtěl bych jen podotknout, že do výpočtu návratnosti nezahrnuji i výměnu oken, jelikož výměna oken je stejně v brzké době nutná. Případným započítáním oken by byla návratnost okolo 15 let.

7. Závěr

Bakalářská práce se snaží posoudit úsporu na vytápění pomocí snížení tepelných ztrát našeho domu.

Při snižování tepelných ztrát se mi nejednalo jen o to, abych co nejvíce ušetřil na vytápění, ale důvodů proč zateplovat je více. Hlavním důvodem zateplení je zvýšení povrchových teplot zdiva a tím prodloužení jejich životnosti, ale také to má kladný vliv na osoby uvnitř domu. Při chladnějších stěnách je pobyt v takové to místnosti méně příjemný, než při teplejším zdivu. Dobře zvolenou izolací dochází k omezení nebo úplnému zamezení vzniku kondenzace vodní páry v konstrukci. Na druhé straně, je dům schován pod izolací a tím je chráněn proti nepříznivému počasí.

Zateplení nám šetří životní prostředí, protože po izolaci domu snížíme spotřebu paliva na vytápění. Musíme si ale uvědomit, že na výrobu izolace a manipulaci s ní případné odstranění po ukončení životnosti izolace či domu je potřeba také energie.

Pro zateplení našeho domu jeho obvodových stěn a stropů jsem zvolil pěnový polystyren a jako doplněk tepelně izolační omítku plus výměnu oken. Díky zateplení a výměně oken dojde k roční úspoře za vytápění 70 000 Kč.

Tepelná ztráta se po výměně oken a zateplení stropu, podlahy, obvodového zdiva sníží o 25,5 kW. Tím je možno snížit výkon otopné sestavy.

Teoretickým výpočtem tepelných ztrát jsem získal přehled o výši finanční částky na izolace a úsporu, která s toho plyne pro mne a pro šetrnost k životnímu prostředí z důvodu menší spotřeby paliva na vytápění.

Vložením finančních prostředků do zateplení je výhodné a v budoucnosti prospěšná z hlediska peněžní úspory na teplo domova.

Seznam použité literatury

1. ČSN 06 0210. *Výpočet teplených ztrát budov při ústředním vytápění*. Praha. Český normalizační institut, 1993. 26 s.
2. ŠUBRT, R. *Tepelné izolace v otázkách a odpovědích*. Praha: BEN, 2005. 143 s. ISBN 80-7300-159-4.
3. ŘEHANEK, J. a kolektiv. *4 x o tepelné izolaci budov*. Praha: ČKAIT, s.r.o., 2004. 251 s. ISBN 80-86769-25-9.
4. NOVÁK, J. *Úspory energie v rodinných domech a bytech*. Praha: GRADA PUBLISHING, s.r.o., 1999. 136 s. ISBN 80-7169-283-2.
5. ŘEHANEK, J. a kolektiv. *Tepelně-technické a energetické vlastnosti budov*. Praha: GRADA PUBLISHING, a.s., 2002. 248s. ISBN 80 7169 582-3.
6. HUMM, O. *Nízkoenergetické domy*. Přel. J. Tywoniak. Praha: GRADA PUBLISHING, s.r.o., 1999. 360 s. ISBN 80-7169-657-9.
7. *Zateplení zdí a stěn* [online]. [2014-05-02]. Dostupné na WWW: <http://www.insowool.cz/cz/zatepleni-zdi-a-sten>
8. *Speciální desky s fenolické pěny* [online]. [2014-05-04]. Dostupné na WWW: <http://www.zatepleni-fasad.eu/zatepleni-fasad/fasadni-tepelne-izolace/specialni-desky-z-fenolicke-peny>
9. *Polyuretan* [online]. [2014-05-02]. Dostupné na WWW: <http://www.izolace-info.cz/katalog/polyuretan>
10. *Popínavé rostliny na fasády a jejich výhody* [online]. [2014-05-02]. Dostupné na WWW: http://istavitel.cz/clanek/izolace/hydroizolace/popna-v-rostliny-na-fasdy-a-jejich-vhody_147
11. *Vlastnosti expandovaného pěnového polystyrenu* [online]. [2014-04-09]. Dostupné na WWW: <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/8482-vlastnosti-expandovaneho-penoveho-polystyrenu-eps>
12. *Extrudovaný polystyren* [online]. [2014-05-02]. Dostupné na WWW: <http://www.levnestavebniny.cz/tepelna-izolace/extrudovany-polystyren>
13. *Způsoby zateplení obvodového pláště* [online]. [2014-05-02]. Dostupné na WWW: http://istavitel.cz/clanek/izolace/tepelne-izolace/zpusoby-zatepleni-obvodoveho-plaste-domu_81
14. *Roční potřeba teplo* [online]. [2014-05-15]. Dostupné na WWW: http://www.fce.vutbr.cz/TZB/treuova.l/ST51/2_bilance_teplo_theorie.pdf

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Tabulka 1. Ztráty místností 101, 102.....	13
Tabulka 2. Ztráty místností 103, 104.....	14
Tabulka 3. Ztráty místností 105, 106.....	15
Tabulka 4. Ztráty místností 107, 108.....	16
Tabulka 5. Ztráty místností 201, 202.....	17
Tabulka 6. Ztráty místností 203, 204.....	18
Tabulka 7. Ztráty místností 205, 206.....	19
Tabulka 8. Ztráty místností 207	20
Tabulka 9. Celkové tepelné ztráty	21
Tabulka 10. Celkové tepelné ztráty	28
Tabulka 11. Ztráty místností 101, 102.....	29
Tabulka 12. Ztráty místností 103, 104.....	30
Tabulka 13. Ztráty místností 105, 106.....	31
Tabulka 14. Ztráty místností 107, 108.....	32
Tabulka 15. Ztráty místností 201, 202.....	33
Tabulka 16. Ztráty místností 203, 204.....	34
Tabulka 17. Ztráty místností 205, 206.....	35
Tabulka 18. Ztráty místností 207.....	36
Obr. 1. Dřevitá vlna	22
Obr. 2. Minerální vata.....	23
Obr. 3. Fenolická pěna	23
Obr. 4. Fasádní polystyren	25
Obr. 5. Dřevohliníková okna.....	26
Obr. 6. Kontaktní systém	27
Graf 1. Porovnání tepelných ztrát.....	37
Graf 2. Porovnání ztrát a ceny.....	39

Seznam příloh

Příloha A: Výkresy přízemí, patro, pohled východní

Příloha B: Výkres řez budovy